...e costruisci il tuo **LABORATORIO DIGITALE**

6,90 €

44

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41044

Peruzzo & C.

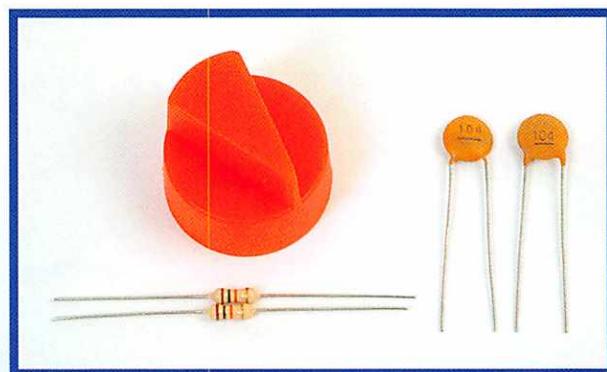
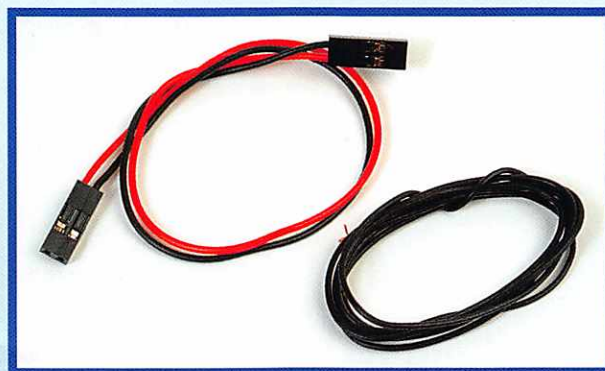
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Manopola di comando per il potenziometro
2 Condensatori da 100 nF
2 Resistenze da 10 K 5% 1/4 W

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Spezzone di filo flessibile nero
1 Cavetto a due fili con due connettori femmina a due vie

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

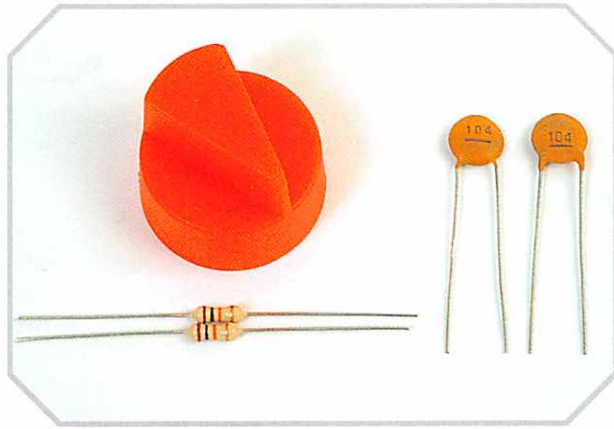
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

La manopola di POT 1

Componenti forniti con questo fascicolo.

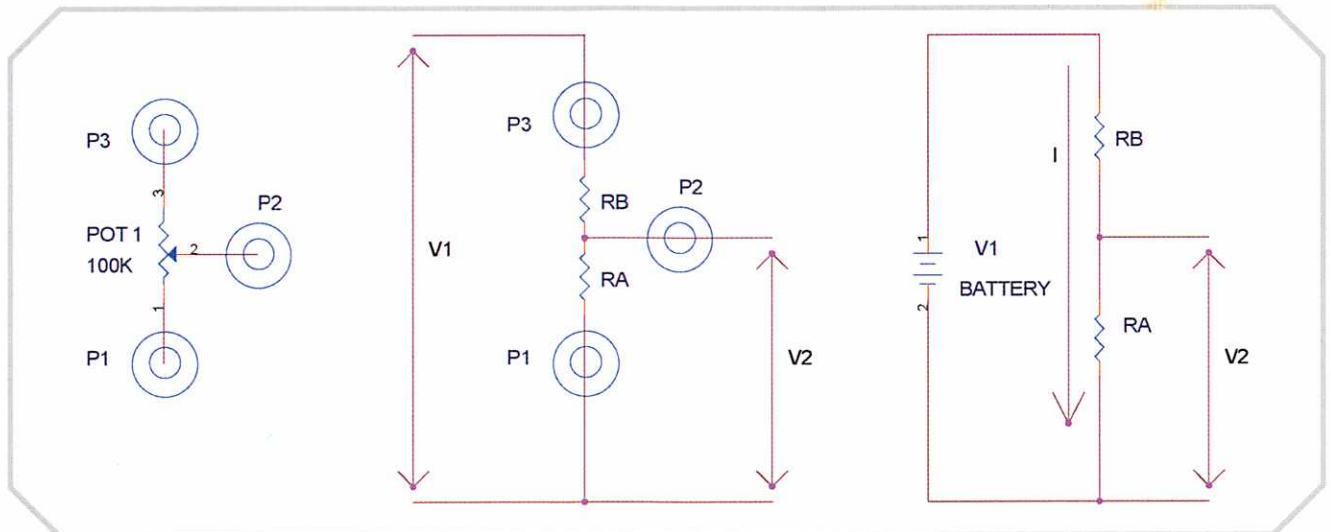
Dopo aver montato il potenziometro è possibile installare la sua manopola.

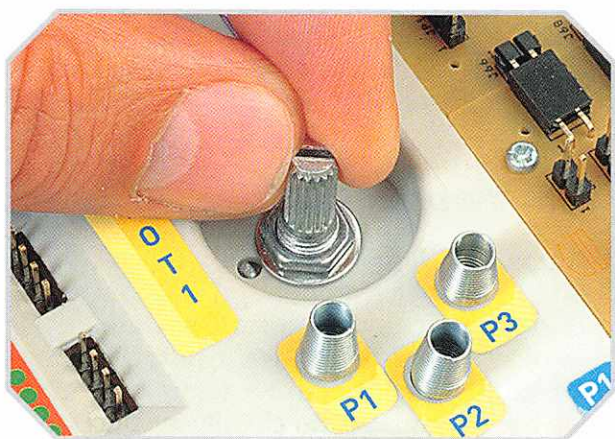
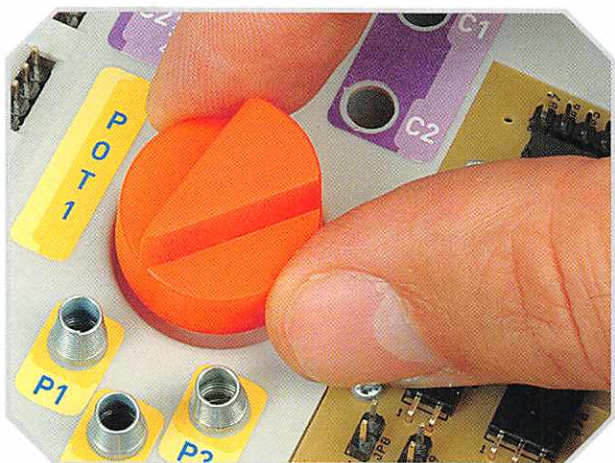
Con questo fascicolo vengono fornite la manopola per l'asse del potenziometro, due resistenze da 10 K, e due condensatori non polarizzati da 100 nF. Questi componenti si utilizzeranno per la realizzazione degli esercizi sulla scheda Bread Board.

Il montaggio della manopola non solo facilita la regolazione del potenziometro ma permette anche di conoscere la posizione del cursore. Questa manopola si installa a pressione, senza dover utilizzare strumenti, tuttavia è progettata per rimanere saldamente fissata all'asse e smontarla potrebbe essere piuttosto complicato, per cui vi consigliamo di seguire attentamente i suggerimenti che forniremo di seguito.

La manopola

La manopola è costituita da un unico componente in plastica stampato ed è progettato in modo specifico per potenziometri con questo tipo di asse. Nella sua parte inferiore dispone di un alloggiamento per l'asse, e quella superiore ha la forma di una freccia, la cui punta si utilizza come indicatore di posizione.

Anche se a prima vista può sembrare che il

Schema elettrico del potenziometro e rappresentazione come partitore di tensione.

Interno della manopola.

L'asse si ruota fino a un estremo per posizionare la manopola.

Si presenta la punta della freccia.

foro della manopola sia molto piccolo, esso è calcolato per fare in modo che l'asse del potenziometro entri a pressione, pertanto non saranno necessarie viti di fissaggio, perché si bloccherà automaticamente.

Allineamento

Prima di montare la manopola bisogna verificare che sia ben allineata con l'asse. Per prima cosa dobbiamo ruotare l'asse in senso antiorario fino a fine corsa.

A questo punto presentiamo la manopola sull'asse, in modo che la freccia indichi la molla P1. Eserciteremo una leggera pressione, appena sufficiente per agganciare l'asse, dopodiché ruoteremo delicatamente la manopola fino al fine corsa dall'altro lato e a questo punto la freccia deve indicare approssimativamente la molla P3. Questa è la posizione corretta; a questo punto faremo pressione sulla manopola fino a inserirla completamente sull'asse, ma contemporaneamente sarà necessario sostenere con l'altra mano il corpo del potenziometro per evitare di rompere il laboratorio. Non bisogna assolutamente spingere senza sostenere il potenziometro dall'altro lato!

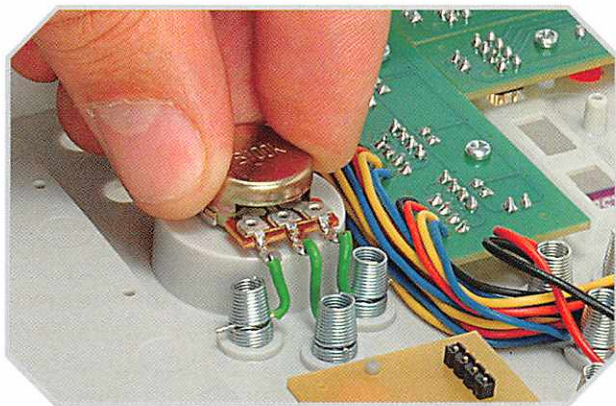
La manopola deve ruotare senza difficoltà tra i due estremi del potenziometro, non dovremo forzarlo oltre il fine corsa, specialmente durante le operazioni di montaggio.

Utilizzo

Le due applicazioni più comuni del potenziometro sono come resistenza variabile e come partitore di tensione. La variazione di resistenza in un caso, o di tensione nell'altro, si utilizza per variare in modo diretto o indiretto alcuni parametri di un circuito. Questa variazione può corrispondere, ad esempio, al comando del volume di un dispositivo audio, oppure per ottenere una regolazione definitiva di un circuito che non dovrà più essere modificato.

Anche sul laboratorio, dove abbiamo a che fare con circuiti di prova, il potenziometro è utilizzato per scopi simili, benché la parola "definitivo" sia relativa, in quanto i circuiti si smontano e si recuperano i componenti.

Resistenza variabile

Come indica il nome, il potenziometro può essere utilizzato per sostituire una resistenza. In

Fissare il potenziometro prima di eseguire l'inserzione.

Eseguire una piccola regolazione per verifica.

questo caso si utilizzano solamente due terminali, uno dei due estremi è quello centrale, benché in alcuni casi l'altro estremo viene unito al terminale centrale.

Partitore di tensione

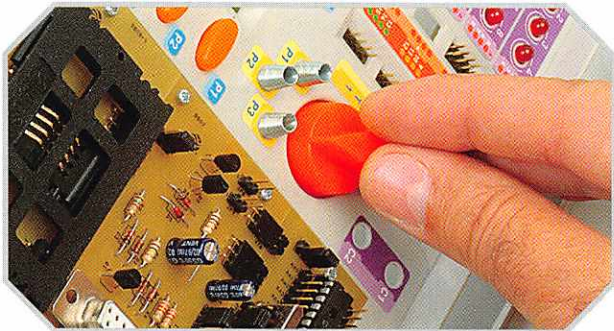
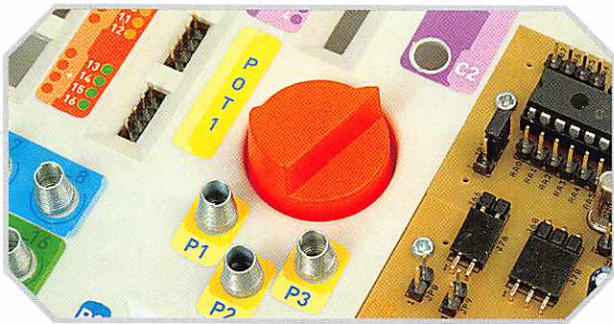
Questo tipo di utilizzo è molto frequente e si impiega per "dividere" una tensione che deriva da una parte del circuito, per applicarla a un altro circuito oppure a un'altra parte del circuito stesso.

Per spiegare il funzionamento facciamo riferimento allo schema, la tensione di ingresso, che chiameremo V1, si applica agli estremi del potenziometro, nel nostro caso chiameremo questi terminali P1 e P3.

L'uscita si prende sul cursore, identificato come P2, e uno degli estremi indifferentemente. La tensione su questa uscita si chiama V2.

Per realizzare i calcoli separiamo la resistenza del potenziometro, in modo virtuale e solo per facilitare i calcoli, in due resistenze in maniera che la somma di esse sia la resistenza nominale del potenziometro, nel nostro caso 100 K; le chiameremo RA e RB.

Il calcolo di questa tensione si fa a vuoto, ovvero supponendo che non ci sia nessun'altra resistenza collegata, si tratta in questo caso, di una pura supposizione, in quanto l'impedenza di ingresso del circuito a cui ci si collega rimane collegata in parallelo con la resi-

Provare tutta la corsa prima dell'inserzione definitiva.

Quando si preme per inserire la manopola è necessario sostenere il potenziometro dall'altro lato.

Risultato del lavoro svolto.

stenza RA, tuttavia se l'impedenza del circuito è più alta almeno 10 volte quella nominale del potenziometro, è possibile utilizzare questo calcolo con buona approssimazione.

La corrente che circola sul potenziometro si calcola seguendo la legge di Ohm ed è:

$$I = V1/(RA+RB)$$

Poiché la corrente che circola sul potenziometro è la stessa che circola su RA, la caduta di tensione su quest'ultima resistenza è la tensione di uscita V2, e si calcola nel seguente modo:

$$V2 = I * RA$$

Se sostituiamo in quest'ultima espressione il valore della corrente con l'espressione sopracitata risulta che la tensione di uscita V2 è:

$$V2 = (V1*RA)/(RA + RB)$$

Il segno * si utilizza abitualmente come indicatore di prodotto, in precedenza era stata usata maggiormente la x, anche se per espressioni di questo tipo si possono considerare simboli equivalenti.

Vista generale del laboratorio.

Livello di attivazione delle porte

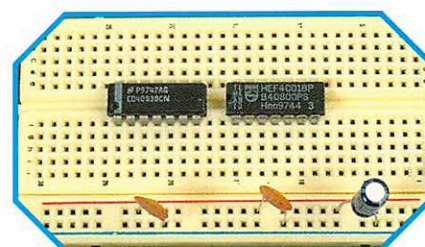
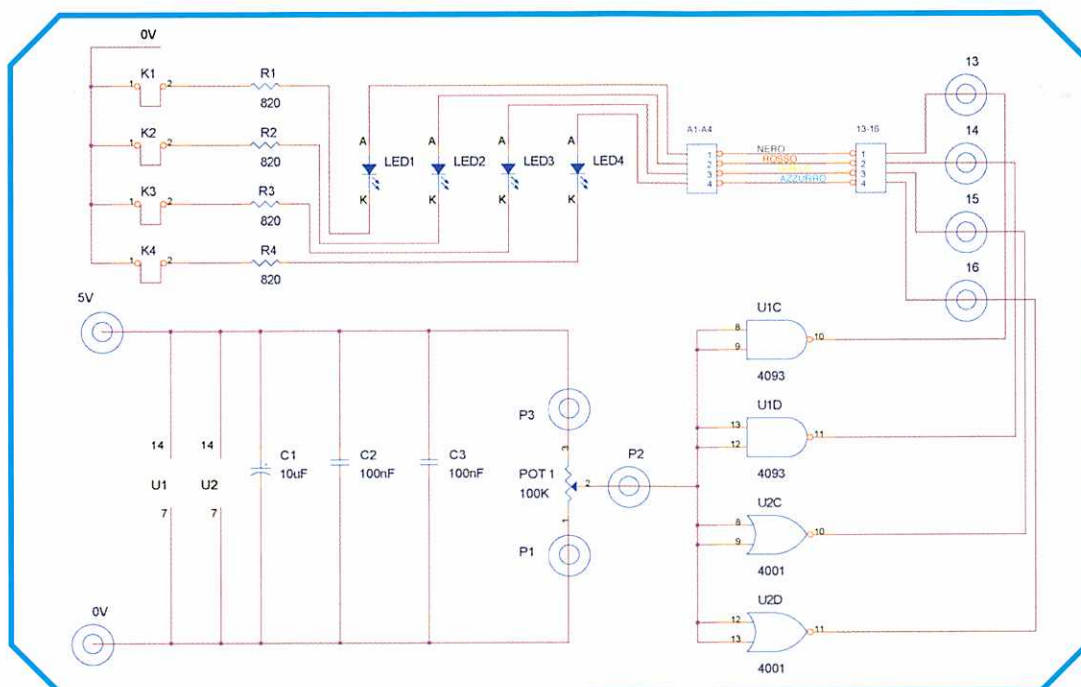
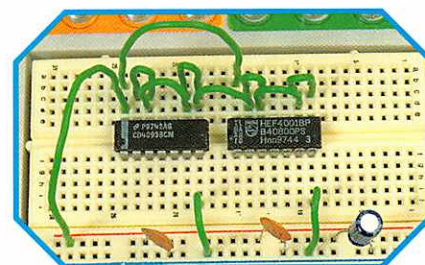
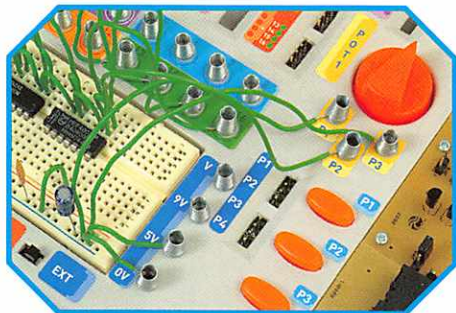
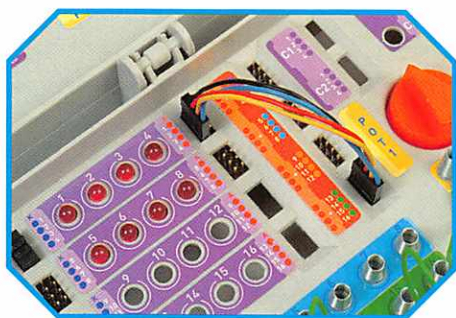
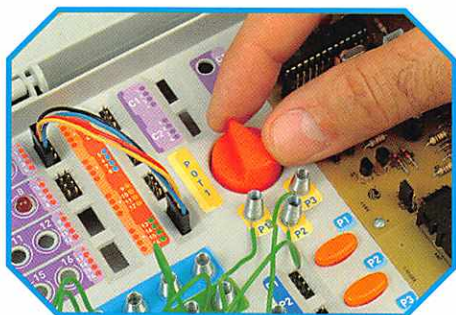
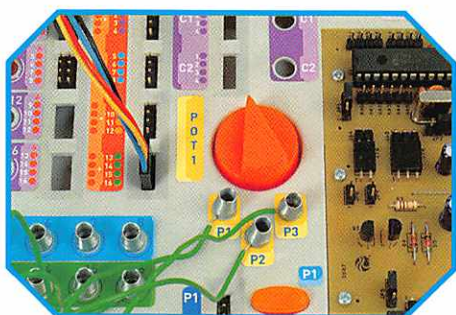
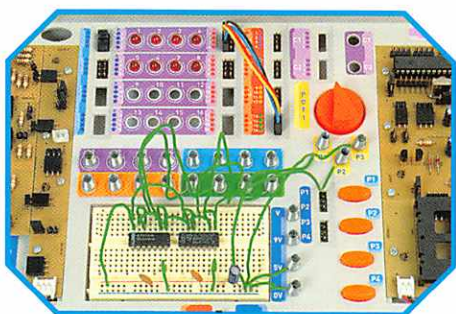
Gli stati 0 e 1 logici si rappresentano in logica positiva con il valore 0 di tensione e con il valore massimo pari alla tensione di alimentazione, nel nostro esempio 5 V.

Il problema

I livelli di tensione 0 e 5 V sono ideali, infatti nella realtà esiste una fascia di tensione considerata 0, e un'altra fascia di tensione che è considerata 1, oltre a una banda intermedia tra le due precedenti in cui non bisogna lavorare, perché non si garantisce se quel livello sarà rappresentato da un 1 oppure da uno 0.

Il problema si complica ulteriormente in quanto vengono definite delle bande differenti a seconda se si tratti di ingressi o di uscite, come già abbiamo spiegato per via teorica in precedenza, e ora metteremo in pratica l'esercizio corrispondente. Ogni costruttore definisce i livelli di ingresso e di uscita per i quali garantisce il funzionamento dei suoi circuiti, e questi livelli sono diversi in funzione della tensione di alimentazione utilizzata. Lo stesso tipo di porta, ovvero di circuito integrato, fornito da costruttori diversi, può avere livelli diversi per le stesse tensioni, tuttavia normalmente sono intercambiabili, in quanto di solito non si lavora vicino ai limiti di funzionamento dei circuiti per garantire un buon margine di sicurezza al funzionamento dei circuiti stessi.

I circuiti Trigger di Smith, come il 4093, hanno dei livelli diversi a seconda che la tensione

Componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio della scheda Bread Board.

Schema del circuito sperimentale.

Collegamento del potenziometro.

Collegamento dei LED.

Con il potenziometro otteniamo qualsiasi tensione tra 0 e 5 V.

Posizione in cui si spengono i primi LED.

Esperimento completato.

salga o scenda, come potremo verificare durante l'esercizio.

Il circuito

Se osserviamo lo schema del circuito potremo verificare la sua estrema semplicità.

Il potenziometro POT1 da 100 K si collega ai capi dell'alimentazione, in questo modo sul suo terminale centrale potremo disporre di qualsiasi tensione compresa tra 0 V e il massimo dell'alimentazione, nominalmente 5 V.

Ruotando il cursore verso un estremo si ottiene 0 V, quindi sull'uscita delle porte otterremo un 1 logico e i quattro LED si illumineranno. Ruotando al massimo nel senso opposto avremo a disposizione il massimo valore di tensione, ovvero un 1 logico, e i quattro LED si spegneranno.

Montaggio

Il montaggio si può eseguire in modo rapido, dato che sono sufficienti pochissimi componenti. Questo circuito funziona a 5 V, però è interessante ripetere la prova a 9 V.

L'esercizio

L'esercizio consiste nel partire da una posizione estrema del potenziometro, ad esempio quella che applica 0 volt all'ingresso delle porte; in queste condizioni i LED si illuminano, se ruotiamo lentamente il comando del potenziometro fino a farli spegnere e osserviamo la posizione del comando stesso, sarà possibile notare che ogni LED si spegnerà a una tensione differente. Proseguiremo l'esperimento salendo con la tensione fino ad arrivare all'altro estremo, dopodiché diminuiremo la tensione e osserveremo che i LED si illumineranno uno dopo l'altro a un livello che può essere diverso dal precedente. Se disponiamo di un multimetro ad alta impedenza lo possiamo collegare tra il negativo dell'alimentazione e il terminale P2 del potenziometro, per misurare la tensione a cui si verifica lo scambio. Negli integrati della famiglia CMOS, quando si alimenta a 5 V, si considerano come 0 tutti i valori inferiori a 1 V e come 1 quelli superiori a 4 V.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4093
U2	Circuito integrato 4001
C1	Condensatore 10 µF elettrolitico
C2,C3	Condensatore 100 nF

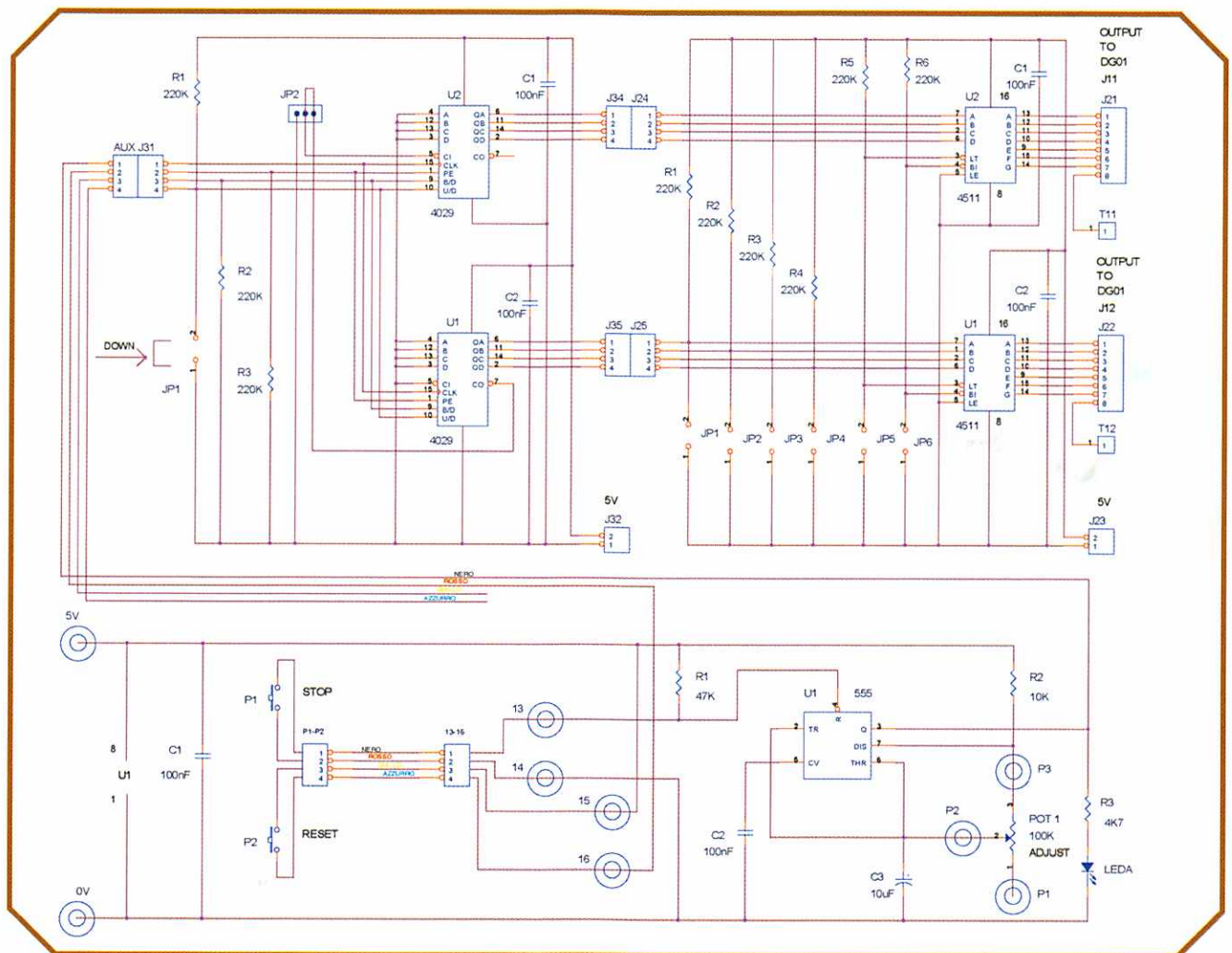
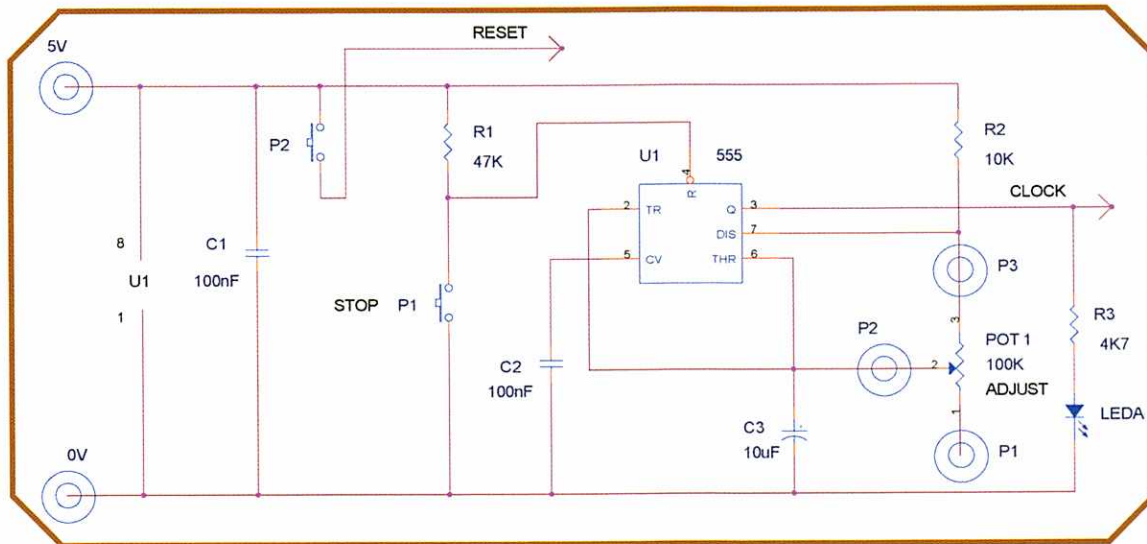
Contasecondi elettronico

Questo circuito si utilizza per costruire un clock, in modo che sul display vengano indicati i secondi. Dispone di un pulsante P1 per l'azzeramento e l'inizio del conteggio, e di un altro, P2, per fermare il conteggio.
Il potenziometro POT1 è il componente che permette di regolare il circuito per farlo funzionare nel modo desiderato.

Il circuito

Lo schema di questo circuito vi risulterà familiare, dato che utilizza il contatore formato dalle schede DG01, DG02 e DG03, montate sul laboratorio. Il circuito di clock è costituito da un circuito integrato 555 configurato come astabile. La sua frequenza di oscillazione si ottiene con la seguente formula approssimata:

F = 1,44/[(R2 + 2RP)C3]

Per utilizzare questa formula in modo corretto è necessario esprimere la resistenza in

Schema elettrico del contasecondi.

Schema semplificato del generatore di clock.

Ohm e la capacità in Farad, in modo che il risultato si ottenga in Hertz (Hz). RP rappresenta, nella formula, la resistenza presente tra i terminali P2 e P3 del potenziometro. Questa resistenza dipende dalla posizione del cursore del potenziometro stesso.

Se scegliamo la capacità di 10 µF per il condensatore C3, con R2 da 10 K e la frequenza di 1 Hz, è possibile dedurre che la resistenza necessaria per RP debba essere da 67 K. Utilizzeremo quindi il potenziometro POT1, che vale 100 K, non dobbiamo dimenticare che questo valore è solamente approssimato sia per quanto riguarda la formula che per la tolleranza dei componenti, infatti le resistenze hanno una precisione del 5% e la tolleranza negli elettrolitici può arrivare al 20%.

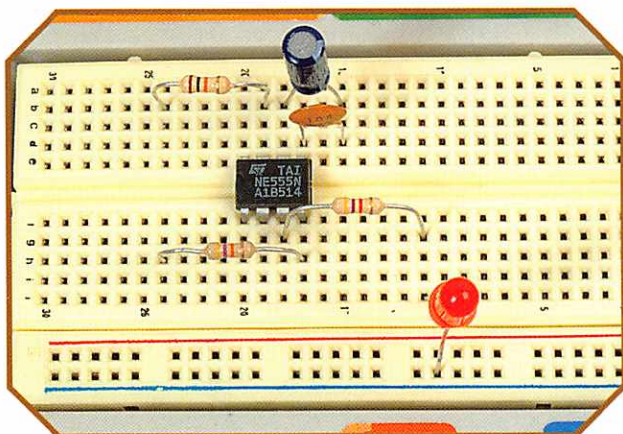
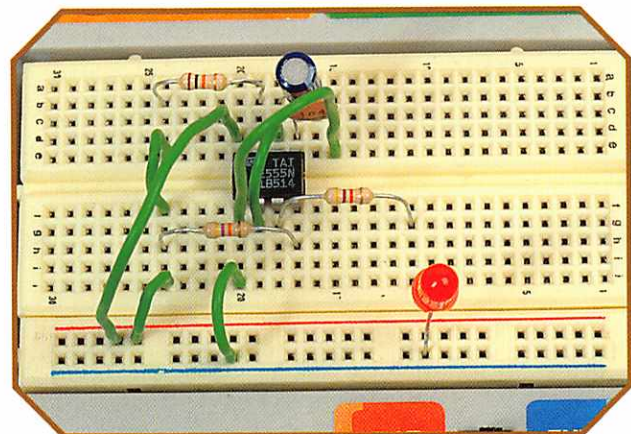
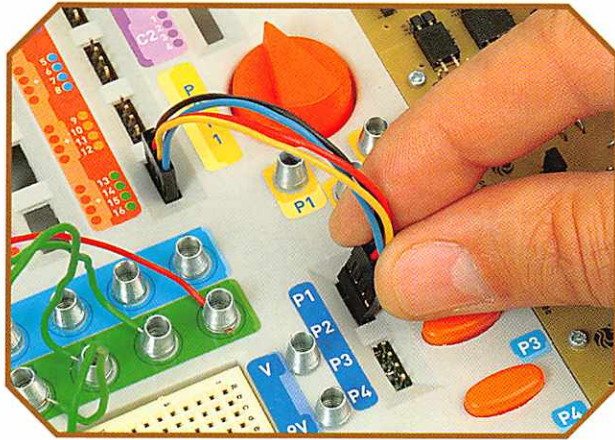
Il pulsante P1 ferma il funzionamento dell'astabile e il contatore ferma il suo conteggio in quanto non riceve più impulsi sull'ingresso del clock, rilasciando P1 il conteggio continua.

Il pulsante P2 imposta a zero il contatore e quando lo rilasceremo il conteggio inizierà da 00.

Il LED A svolge la funzione di indicatore di funzionamento del clock.

Montaggio

Il montaggio inizia dall'inserzione del circuito integrato 555 e degli altri componenti sulla scheda Bread Board, tenendo presente l'orientamento del circuito integrato e la polarità del diodo LED A e del condensatore C3.

I pulsanti si collegheranno con un cavetto a quattro fili tra il connettore siglato con P1 P2, e il connettore corrispondente alle molle 13-16.

Componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio interno della scheda Bread Board.

Collegamento dei pulsanti.

Collegamento del potenziometro utilizzato per la regolazione.

Non dobbiamo dimenticare di collegare il potenziometro e l'alimentazione dell'integrato, e come sempre, vi consigliamo di riservare come ultima operazione il collegamento del positivo dell'alimentazione. Il ponticello JP2 della scheda DG03 deve essere inserito in modo che il contatore conti le decine.

Questo circuito si può alimentare indistintamente a 5 oppure a 9 V, tuttavia è necessario verificare che sui ponticelli delle schede DG04 e DG05 sia stata scelta la stessa tensione per le schede del contatore DG01, DG02 e DG03.

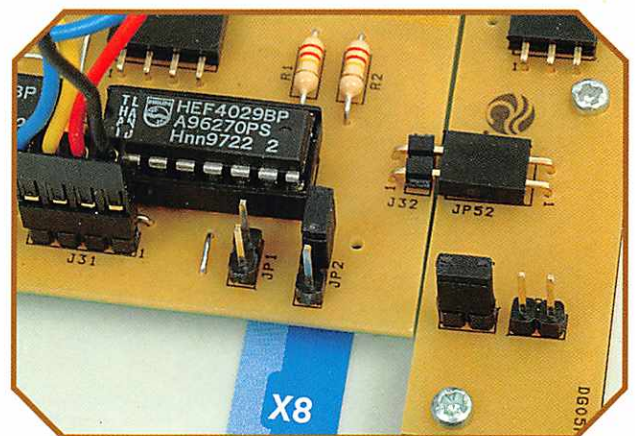
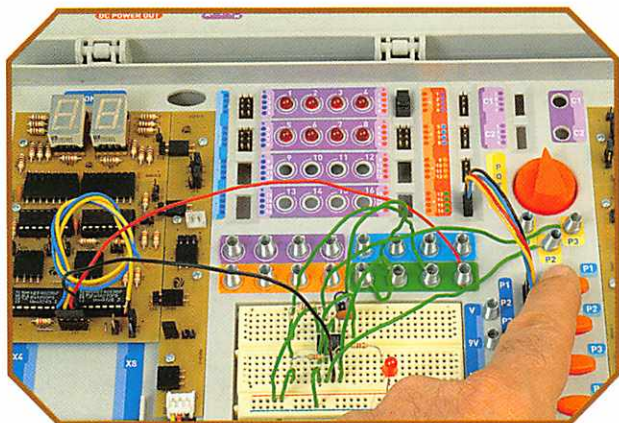
Funzionamento

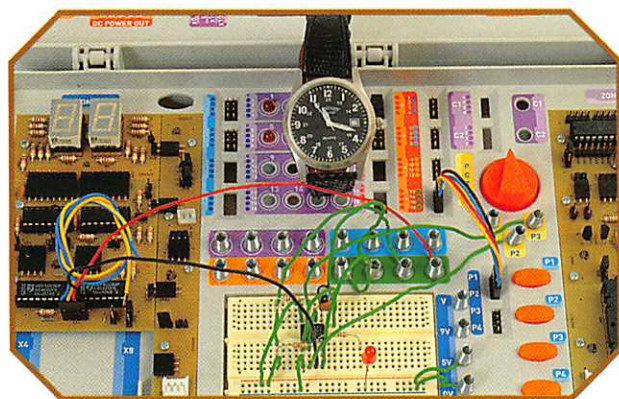
Dopo aver verificato tutto il lavoro si posiziona il comando del potenziometro POT1 approssimativamente alla metà della sua forza e si collega l'alimentazione; in questo momento il contatore inizierà ad avanzare. Prima di procedere all'alimentazione bisogna verificare che il circuito funzioni.

Premendo P1 il conteggio si deve fermare e rilasciandolo deve continuare, premendo P2 il contatore si azzererà e rilasciandolo inizierà a contare da 00. Verificheremo che il conteggio avanzi dallo 00 al 10, questo ci indicherà che il ponticello JP2 sarà stato inserito correttamente.

Regolazione

La regolazione va eseguita in modo che la frequenza di oscillazione sia di un secondo. Avremo bisogno di un cronometro o almeno di un orologio con il contasecondi; dato che regolare secondo per secondo è molto difficile, converrà iniziare ad approssimare il valore a occhio, dopodiché misurare un minuto completo con

Dobbiamo fare attenzione al posizionamento dei ponticelli sulla scheda DG04.

Dettaglio che indica la posizione del ponticello JP2 di DG03 e del ponticello di alimentazione di DG05.

Premendo P1 si ferma il contatore.

P2 si utilizza per impostare a 0 e iniziare il conteggio.

La regolazione si esegue con POT1.

l'orologio utilizzato per la calibrazione. La misura inizierà quando rilasceremo P2 e premeremo poi P1 quando abbiamo raggiunto i 60 secondi; a questo punto verificheremo se il conteggio del display segnerà o meno 60. Ruoteremo un po' il cursore del potenziometro fino a ottenere la regolazione, nel caso in cui la corsa del potenziometro non fosse sufficiente per abbassare la frequenza potremo aumentare il valore della resistenza R2 fino al valore necessario, ad esempio 47 K o 100 K.

Bisogna tener presente che aumentando il valore dei componenti R2, C3 o RP otterremo come risultato un rallentamento del clock.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 555
R1	Resistenza 47 K (giallo, viola, arancio)
R2	Resistenza 10 K (marrone, nero, arancio)
R3	Resistenza 4K7 (giallo, viola, rosso)
C1,C2	Condensatore 100 nF
C3	Condensatore 10 µF
LEDA	Diodo LED 5 mm

Vista del laboratorio con l'esperimento completato.

Il modulo USART

Tra i dispositivi interni del nostro microcontroller che andiamo ad analizzare, uno dei più importanti e potenti è il modulo di comunicazione USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter).
Si tratta di uno dei due moduli di I/O seriali del microcontroller, anche conosciuto come Interfaccia di Comunicazione.

Generalità

USART è un'interfaccia che permette la comunicazione con altri dispositivi. Se si configura come un sistema asincrono di tipo Full-Duplex potremo far comunicare il PIC con periferiche tipo terminali CRT e personal computer. Se si configura come sistema sincrono tipo Half-Duplex potrà comunicare con periferiche quali circuiti convertitori A/D o D/A, memorie EEPROM, ecc. Questa capacità di comunicare con altri dispositivi è indispensabile in molti progetti, come ad esempio, il controllo della climatizzazione di un edificio, dove ogni microcontroller si occupa di una determinata zona, anche se tutti risponderanno agli ordini di un processore centrale. Possiamo anche prendere come esempio i lettori di SmartCard, in cui il PIC deve comunicare con il chip di memoria integrato sulla scheda.

Il PIC può comunicare con diverse periferiche.

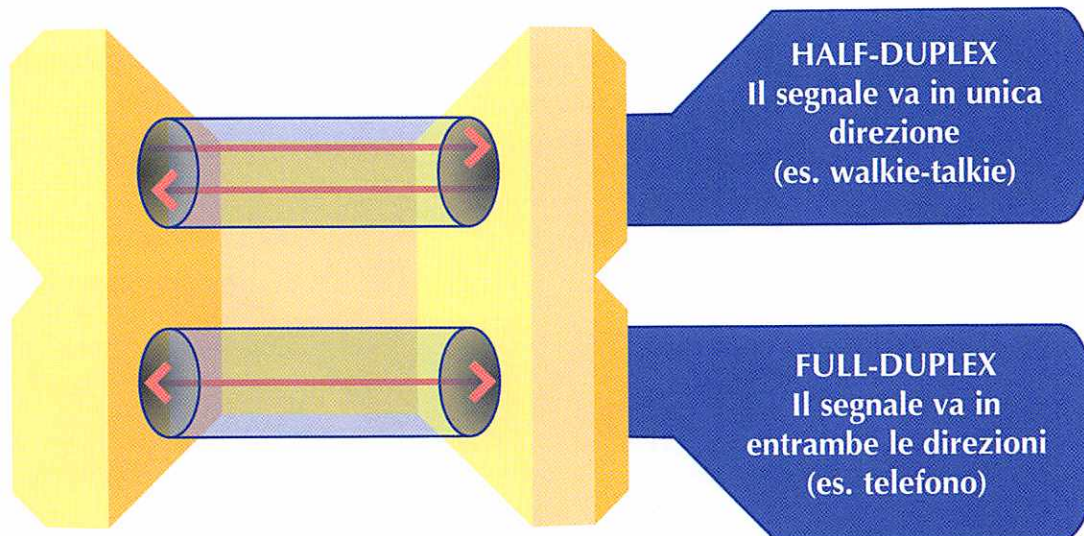
Configurazione della USART

Abbiamo visto che in funzione di come si configura, il modulo USART potrà stabilire una comunicazione con diversi tipi di periferiche, dobbiamo però vedere quali sono le opzioni di configurazione. Il modulo USART si può configurare nei seguenti modi:
– Asincrono (Full-Duplex)
– Sincrono – Master (Half-Duplex)
– Sincrono – Slave (Half-Duplex)

Per configurare questo dispositivo si utilizzano dei registri specifici: TXSTA e RCSTA.

La comunicazione Full-Duplex è una comunicazione bidirezionale, si può trasmettere e ricevere allo stesso tempo. Al contrario, la comunicazione Half-Duplex è una comunicazione unidirezionale, ovvero avviene solamente in una direzione alla volta. Un telefono può essere un esempio di comunicazione Full-Duplex, dato che è possibile ascoltare e parlare contemporaneamente, può trasmettere e ricevere allo stesso tempo. Invece un walkie-tal-

Modo	Modo trasmissione	Caratteristica	Indirizzo dei dati
1	Asincrono		Full-Duplex
2	Sincrono	Master	Half-Duplex
3	Sincrono	Slave	Half-Duplex

Linee di trasmissione del modo SPI.

Comunicazione Full-Duplex o Half-Duplex.

Bit 7	CSRC	Selezione della sorgente del clock (ha importanza solamente nel modo sincrono)
	1	Modo master. Il clock si genera internamente tramite il BRG
	0	Modo slave. Il segnale di clock proviene dall'esterno
Bit 6	TX9	Abilitazione della trasmissione a 9 bit
	1	Seleziona la trasmissione a 9 bit
	0	Seleziona la trasmissione a 8 bit
Bit 5	TXEN	Bit di abilitazione della trasmissione
	1	Trasmissione abilitata
	0	Trasmissione disabilitata
Bit 4	SYNC	Selezione del modo della trasmissione
	1	Modo sincrono
	0	Modo asincrono
Bit 3	-----	Non implementato. Letto come 0
Bit 2	BRGH	Bit di selezione dell'alta velocità di trasmissione (si utilizza solamente nel modo asincrono,
	1	Alta velocità
	0	Bassa velocità
Bit 1	TRMT	Stato del registro di cambio di trasmissione (Transmit Shift Register)
	1	TSR vuoto
	0	TSR pieno
Bit 0	TX9D	Nono bit della trasmissione. Può essere il bit di parità

Configurazione dettagliata del registro TXSTA.

kie non permette questo, possiamo solamente trasmettere oppure ricevere, ma non entrambe le cose contemporaneamente, quindi siamo davanti a un chiaro esempio di comunicazione Half-Duplex.

La comunicazione si può eseguire in modo asincrono, ovvero non risponde a nessun segnale di clock, si trasmette il dato quando il trasmettitore lo desidera; oppure in modo sincrono, facendo riferimento a un segnale di clock che sincronizza l'invio e la ricezione dei dati. All'interno di questo modo è possibile differenziare tra master e slave. Il master sarà il dispositivo che stabilisce il segnale di clock e impone questo segnale ai rimanenti dispositivi che prendono parte alla comunicazione. Questi riceveranno il nome di slave.

I registri di configurazione

I registri con cui lavora la USART sono due: TXSTA e RCSTA. Il primo è il registro di controllo che determina lo stato della trasmissione e si trova all'indirizzo di memoria 98h nel banco 1. Il registro RCSTA è il registro di controllo che determina lo stato della ricezione. Si trova sul banco 0 all'indirizzo 18h.

Il registro TXSTA

Nella figura possiamo vedere la configurazione di questo registro insieme al dettaglio

Come configurare il modulo di comunicazione per effettuare una trasmissione in modo sincrono a 8 bit in cui il nostro microcontroller funzioni come "master"?

Dobbiamo configurare il registro TXSTA in modo che i bit successivi assumano i valori:

CSRC = TXEN = SYNC = 1

TX9 = 0

Il registro RCSPA deve avere il bit SPEN a 1 per abilitare la comunicazione.

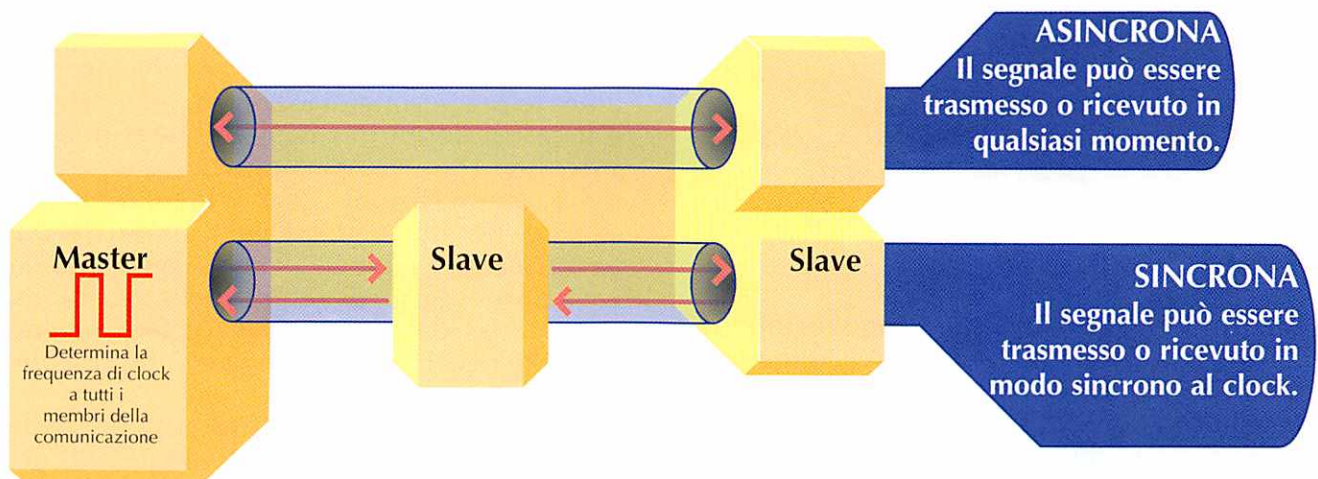
Quale valore dovrebbe avere il registro TXSTA per una comunicazione asincrona a 9 bit e con velocità alta?

TX9 = TXEN = BRGH = 1

SYNC = 0

Esempio di configurazione della trasmissione.

dei bit che lo formano. Il bit più significativo, CSRC, è quello che determina la sorgente del clock (esterna o interna), quindi determina anche se il PIC lavorerà come slave (clock ricevuto da sorgente esterna) o master (interna). Il bit 6, TX9, serve per selezionare la trasmissione da 8 o 9 bit, e il bit successivo, TXEN, è il bit di abilitazione della trasmissione. Il bit SYNC determina se la trasmissione si realizza in modo sincrono o asincrono, quindi è determinante rispetto agli altri bit. Il bit successivo non è implementato fisicamente e quello seguente a esso, il bit BRGH, permetterà di selezionare la velocità di trasmissione in modo asincrono del generatore di frequenza interno del dispositivo. Il bit successivo, TRMT, si utilizza per segnalare lo stato del registro di cambio di trasmissione, e in ultimo, il bit 0 o bit TX9D si usa unicamente nella trasmissione a 9 bit, e questo nono bit può svolgere la funzione di bit di parità.

Nella tabella relativa a questo registro sono descritti uno a uno questi bit e i valori che assumono per ognuna delle loro funzioni.

Comunicazione asincrona e sincrona.

RCSTA: RECEIVE STATUS AND CONTROL REGISTER (18h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-x
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
bit7							bit0

Registro RCSTA.

Bit 7	SPEN	Bit di abilitazione della porta seriale
	1	Abilitato (configurazione di RC7/RX/DT e RC6/TX/CK come pin della porta seriale)
	0	Porta seriale disabilitata
Bit 6	RX9	Bit di abilitazione della ricezione in comunicazione con 9 bit
	1	Seleziona ricezione da 9 bit
	0	Seleziona ricezione da 8 bit
Bit 5	SREN	Bit di abilitazione per un'unica ricezione (utilizzato solamente nel modo sincrono e master)
	1	Abilita un'unica ricezione
	0	Disabilita l'opzione
Bit 4	CREN	Bit di abilitazione per ricezione continua
	1	Abilitazione
	0	Disabilitazione
Bit 3	ADDEN	Bit di abilitazione di rilevamento di indirizzo (solo nel modo asincrono da 9 bit)
	1	Abilita il rilevamento di indirizzo, abilita l'interrupt e carica il dato del buffer di ricezione quando il bit RSR<8> è 1
	0	Disabilita il rilevamento di indirizzo, si ricevono tutti i bit e il no bit può essere utilizzato come bit di parità
Bit 2	FERR	Bit di rilevazione di errore nel formato del messaggio ricevuto
	1	Si è verificato un errore
	0	Non ci sono errori
Bit 1	OERR	Bit di rilevazione di errore di eccesso di tempo nella ricezione
	1	Si è verificato un errore
	0	Non ci sono errori
Bit 0	RX9D	Nono bit della ricezione; può essere il bit di parità

Configurazione dettagliata del registro RCSTA.

Il registro RCSTA

Il registro di stato della ricezione si compone dei bit che possiamo vedere nell'immagine della pagina precedente e che descriveremo di seguito. Il bit più significativo, bit SPEN, è un bit di permesso o abilitazione della comunicazione tramite la porta seriale (pin RC6 e RC7 del PIC). Il bit RX9 serve per selezionare il numero di bit che vogliamo ricevere, 8 o 9. Quello successivo, SREN, determina se si riceverà un'unica ricezione ed è utilizzato solamente nel modo sincrono quando il dispositivo funziona come master, e, nel caso sia selezionato, al termine della ricezione il bit passa automaticamente a 0.

Il bit successivo, CREN, è simile al precedente e abilita la ricezione dei dati in modo continuo. Invece di permettere un'unica ricezione, mediante questo bit si configura la trasmissione in modo che il microcontroller sia sempre pronto per ricevere dati.

Il bit ADDEN si utilizza solamente quando la ricezione è da 9 bit (RX9=1) e serve per abilitare la rilevazione di indirizzo, un interrupt e il carico del buffer di ricezione. I due bit successivi sono bit di indicazione di errore nella comunicazione. Così, il bit FERR indica se si è generato un errore nel formato del dato trasmesso e il bit OERR se si è generato un errore di eccesso di tempo nella ricezione. L'ultimo bit del registro, RX9D, sarà il nono bit della ricezione quando la comunicazione è da 9 bit.

Come per il registro di trasmissione, nella tabella della figura possiamo vedere i bit descritti in precedenza e le funzioni che eseguono in base al valore che assumono.

Come dovremo configurare il modulo di comunicazione per effettuare una ricezione continua in modo sincrono a 9 bit in cui il nostro microcontroller funzioni come "slave"?

Dobbiamo configurare il registro TXSTA in modo che SYNC = 1 e CSRC = 0

Il registro RCSPA deve avere configurati i suoi bit nel seguente modo:

SPEN = RX9 = CREN = 1

SREN = 0

Esempio di configurazione della ricezione.

TXSTA: TRANSMIT STATUS AND CONTROL REGISTER (98h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R/W-0
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	–	BRGH	TMRT	TX9D
bit7							bit0

Registro TXSTA.